

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Juni 2001 (21.06.2001)

PCT

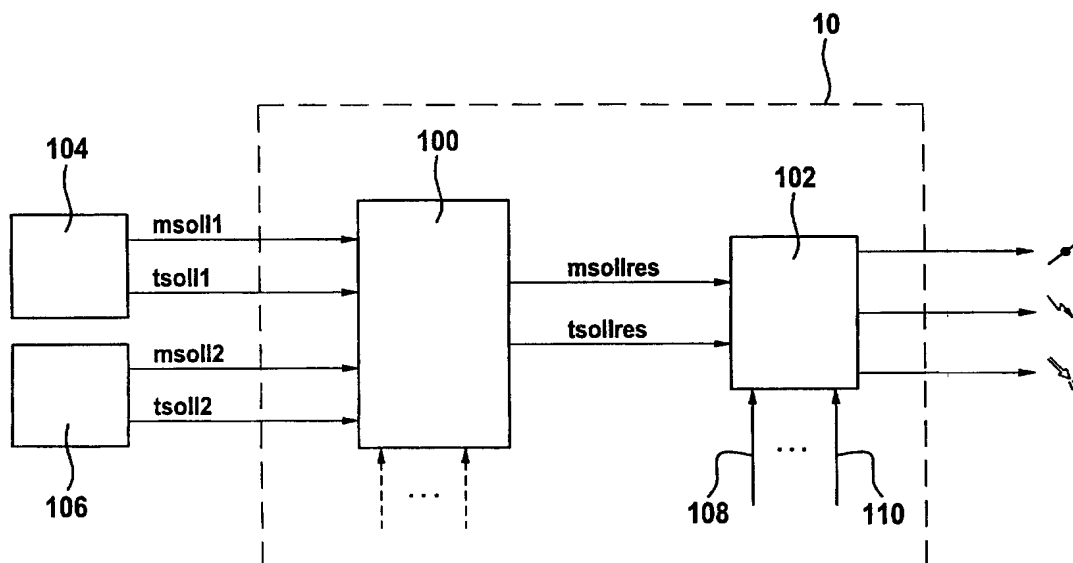
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/44639 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02D** (72) Erfinder; und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04474 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KAISER, Lilian  
(22) Internationales Anmeldedatum: 15. Dezember 2000 (15.12.2000) [DE/DE]; Fideliostrasse 16, 70597 Stuttgart (DE).  
JESSEN, Holger [DE/DE]; Am Wurmberg 20, 71701  
Schwieberdingen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CN, JP, KR, RU,  
US.  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität:  
199 61 291.9 18. Dezember 1999 (18.12.1999) DE  
100 16 647.4 4. April 2000 (04.04.2000) DE  
100 58 355.5 24. November 2000 (24.11.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).
- Veröffentlicht:  
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE DRIVE UNIT OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER ANTRIEBSEINHEIT EINES FAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for controlling the drive unit of a vehicle. At least one manipulated quantity of the drive unit is adjusted according to a specified quantity for an output quantity of the drive unit and of a specified manipulating time that depicts the time during which the specified quantity has to be realized for the output quantity.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs vorgeschlagen. Dabei wird wenigstens eine Stellgröße der Antriebseinheit in Abhängigkeit einer Sollgröße für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit sowie einer Sollstellzeit eingestellt, welche die Zeit darstellt, innerhalb derer die Sollgröße für die Ausgangsgröße realisiert werden muss.

WO 01/44639 A2



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

5

10       Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit  
eines Fahrzeugs

Stand der Technik

15       Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung  
zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs.

Bei modernen Fahrzeugsteuerungen wirken auf die vorhandenen  
Stellglieder (z.B. Antriebseinheit, Getriebe, etc.) eine  
20       Vielzahl von zum Teil gegensätzlichen Vorgaben. So soll bei-  
spielsweise die Antriebseinheit eines Fahrzeugs auf der Ba-  
sis eines vom Fahrer vorgegebenen Fahrwunsches, Sollwerten  
von externen und/oder internen Regel- und Steuerfunktionen,  
wie beispielsweise einer Antriebschlupfregelung, einer Mo-  
25       torschleppmomentenregelung, einer Getriebesteuerung, einer  
Drehzahl- und/oder Geschwindigkeitsbegrenzung und/oder einer  
Leerlaufdrehzahlregelung gesteuert werden. Diese Sollvorga-  
ben zeigen zum Teil entgegengesetzte Auswirkungen, so daß,  
da die Antriebseinheit lediglich eine Sollwertvorgabe ein-  
30       stellen kann, diese Sollwertvorgaben koordiniert werden müs-  
sen, d.h. eine zu realisierende Sollwertvorgabe auszuwählen  
bzw. zu bestimmen ist.

Im Zusammenhang mit der Steuerung einer Antriebseinheit ist  
35       aus der DE 197 39 567 A1 eine derartige Koordination ver-

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35

schiedener Sollmomentenwerte bekannt. Dort werden durch Maximal- und/oder Minimalwertauswahl aus den Momentensollwerten Sollwerte für die Stellpfade der Antriebsheit ausgewählt, die im aktuellen Betriebszustand durch Bestimmung der Größen der einzelnen Steuerparameter der Antriebseinheit, beispielsweise bei einer Brennkraftmaschine der Füllung, des Zündwinkels und/oder der einzuspritzenden Kraftstoffmenge, realisiert werden. Randbedingungen der Einstellung der Sollwerte werden dabei nicht berücksichtigt.

#### Vorteile der Erfindung

Die Definition einer Anforderung der Antriebseinheit als Sollausgangsgröße/Stellzeit-Wertepaar ergibt sich bei der Koordination verschiedener Anforderungen eine Unabhängigkeit von motorspezifischen Stellpfaden. Die Schnittstellendefinition als Sollausgangsgröße/Stellzeit-Wertepaar eignet sich daher unabhängig von der konkreten Art des Antriebs für alle Arten von Antrieben. Nicht motorspezifische Koordinatoren sind daher ohne Veränderung bei verschiedenen Arten von Antrieben, bei Ottomotoren, Dieselmotoren, Elektroantrieben, etc. einsetzbar.

Von besonderem Vorteil ist, dass Erweiterungen des Systems, d.h. das Hinzufügen weiterer Sollausgangsgrößen/Stellzeit-Wertepaare ohne Strukturänderungen in einfacher Weise ermöglicht werden.

Die konkrete Realisierung der Anforderung (Sollausgangsgröße und Stellzeit) erfolgt dann abhängig vom aktuellen Betriebspunkt auf den geeigneten Stellpfaden der Antriebseinheit. Durch betriebspunktunabhängigen Forderung einer Stellzeit für jede Sollgröße kann dieser motorspezifische Teil der Steuerung getrennt vom motorunabhängigen Teil entwickelt werden.

Durch die Definition der genannten, abstrakten und physikalisch interpretierbaren Schnittstelle wird die Gesamtstruktur der Motorsteuerung übersichtlicher.

5

Durch die Trennung zwischen motorunabhängigen und motorspezifischen Komponenten infolge der Einführung der Sollgrößen/Stellzeitschnittstelle wird ein weiterer Freiheitsgrad geschaffen, der die Umsetzung der Anforderung im motorspezifischen Teil der Motorsteuerung betrifft. Es werden die Möglichkeiten für die Realisierung der Anforderung durch verschiedene Stellpfade vergrößert und zusätzliches Optimierungspotential freigesetzt.

10

Ein weiterer zusätzlicher Freiheitsgrad ergibt sich aus der Vorgabe einer kontinuierlich veränderlichen Stellzeit zum Sollwert, wodurch eine präzise Vorgabe und Umsetzung der Eingriffe in die Antriebseinheit ermöglicht ist.

15

Durch die Koordination von Sollgrößenanforderungen und Stellzeitanforderungen werden in vorteilhafter Weise die verschiedenen Anforderungen kombiniert, so dass zu Steuerung der Antriebseinheit ein Anforderungspaar (jeweils bezüglich Stellzeit und Sollgröße) bereitgestellt wird.

20

25

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

30

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt Figur 1 ein Übersichtsschaltbild einer Steuereinrichtung zur Steuerung einer Antriebseinheit. Figur 2 zeigt ein Ablauf-

35

diagramm, welches ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Sollgröße/Stellzeit-Schnittstelle darstellt. Die Wirkungsweise dieser Schnittstelle ist anhand des Zeitdiagramms der Figur 5 skizziert. In den Figuren 3 und 4 und 6 bis 9 sind Ablaufdiagramme dargestellt, welche bevorzugte Ausführungsbeispiele der Koordination der Sollgrößen/Stellzeit-Anforderungen darstellen. Im Zeitdiagramm der Figur 10 ist an einem Beispiel die Wirkungsweise der Sollgrößen/Stellzeit-Vorgabe und -Koordination verdeutlicht. In Figur 11 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Koordination der Sollgrößen/Stellzeit-Anforderungen dargestellt.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Steuereinrichtung zur Steuerung einer Antriebseinheit, insbesondere einer Brennkraftmaschine. Es ist eine Steuereinheit 10 vorgesehen, welcher als Komponenten eine Eingangsschaltung 14, wenigstens eine Rechneinheit 16 und eine Ausgangsschaltung 18 aufweist. Ein Kommunikationssystem 20 verbindet diese Komponenten zum gegenseitigen Datenaustausch. Der Eingangsschaltung 14 der Steuereinheit 10 werden Eingangsleitungen 22 bis 26 zugeführt, welche in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Bussystem ausgeführt sind und über die der Steuereinheit 10 Signale zugeführt werden, welche zur Steuerung der Antriebseinheit auszuwertende Betriebsgrößen repräsentieren. Diese Signale werden von Meßeinrichtungen 28 bis 32 erfaßt. Derartige Betriebsgrößen sind Fahrpedalstellung, Motordrehzahl, Motorlast, Abgaszusammensetzung, Motortemperatur, etc. Über die Ausgangsschaltung 18 steuert die Steuereinheit 10 die Leistung der Antriebseinheit. Dies ist in Figur 1 anhand der Ausgangsleitungen 34, 36 und 38 symbolisiert, über welche die einzuspritzende Kraftstoffmasse, der Zündwinkel und/oder eine elektrisch betätigbare Drosselklappe zur Einstellung der Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine be-

tätigt werden. Über die dargestellten Stellpfade werden die Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine, der Zündwinkel der einzelnen Zylinder, die einzuspritzende Kraftstoffmasse, der Einspritzzeitpunkt und/oder das Luft-/Kraftstoffverhältnis, etc. eingestellt. Neben den geschilderten Eingangsgrößen sind weitere Steuersysteme des Fahrzeugs vorhanden, die der Eingangsschaltung 14 Vorgabegrößen, beispielsweise Drehmomentensollwert, übermitteln. Derartige Steuersysteme sind beispielsweise Antriebsschlupfregelungen, Fahrdynamikregelungen, Getriebesteuerungen, Motorschleppmomentenregelungen, etc. Neben den dargestellten Sollwertvorgaben, den externen Sollwertvorgaben, zu denen auch eine Sollwertvorgabe durch den Fahrer in Form eines Fahrwunsches und/oder eine Geschwindigkeitsbegrenzung gehört, sind interne Vorgabengrößen zur Steuerung der Antriebseinheit vorhanden, beispielsweise eine Drehmomentenänderung einer Leerlaufregelung, eine Drehzahlbegrenzung, die eine entsprechende Sollvorgabengröße ausgibt, eine Drehmomentenbegrenzung und/oder Begrenzungen aus Bauteileschutz und/oder eine separate Sollvorgabengröße im Start.

Mit den einzelnen Sollwertvorgabengrößen sind Randbedingungen oder Eigenschaften verbunden, welche die Art und Weise der Umsetzung der Sollwertvorgabengrößen darstellen. Dabei können je nach Anwendungsbeispiel mit den Sollwertvorgabengrößen eine oder mehrere Eigenschaften verbunden sein. Es hat sich gezeigt, dass eine wesentliche Information die Stellzeit ist, innerhalb derer die Sollwertvorgabe einzustellen ist. Daneben können weitere Eigenschaften der Sollwertvorgabe übermittelt werden, beispielsweise deren Priorität. Unter Stellzeit wird dabei der Zeitraum verstanden, in dem die Sollgröße mindestens gestellt werden muß. Der Verlauf der von der Sollgröße beeinflussten Istgröße zwischen der aktuellen (Start-)größe und der Sollgröße (Endgröße) in der Stellzeit ist abhängig von der gewählten Zielsetzung frei

bestimmbar. Dieser Verlauf kann somit an den Motor angepaßt werden und nach wenigstens einem Optimierungskriterium (z.B. minimaler Kraftstoffverbrauch) optimiert werden. Die Istgröße muß lediglich im Zeitpunkt der Stellzeit, d.h. bei Beendigung der Stellzeit, erreicht sein.

Die beschriebene Vorgabe von Sollgröße und Stellzeit als Wertepaar ist nicht nur in Verbindung mit Brennkraftmaschinen wie Otto- oder Dieselmotoren, sei es mit Saugrohrspritzung oder Direkteinspritzung, sondern auch in Verbindung mit anderen Antriebskonzepten, beispielsweise Elektromotoren, einzusetzen.

Als Vorgabegröße (Sollgröße) wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ein Drehmoment der Antriebseinheit vorgegeben. In anderen Anwendungsfällen können als Vorgabegrößen auch andere Ausgangsgrößen der Antriebseinheit wie Leistungswerte, Drehzahlen, etc. als Vorgabegrößen vorgesehen sein.

In Figur 2 ist ein Ablaufdiagramm dargestellt, welches die oben dargestellte Schnittstelle sowie die Umsetzung des Vorgabewertepaares in Stellgrößen am Beispiel eines einfachen Ausführungsbeispiels darstellt. Die Steuereinheit 10 umfaßt dabei im wesentlichen einen Koordinator 100 sowie einen Umsetzer 102. Neben nicht dargestellten Eingangsgrößen, beispielsweise den oben genannten, werden von externen Steuerungssystemen, wie beispielsweise einer Antriebsschlupfregelung 104 und dem Fahrer 106 als Eingangsvorgabegrößen jeweils Sollmomente MSOLL1 bzw. MSOLL2 sowie die zugehörigen Stellzeiten TSOLL1 und TSOLL2 zugeführt, innerhalb derer das vorgegebene Sollmoment einzustellen ist. Diese Vorgabewertepaare werden dem Koordinator 100 zugeführt. Dort wird nach Maßgabe beispielsweise einer der nachfolgenden Strategien, ggf. unter Berücksichtigung weiterer Vorgabewertepaare ein



resultierendes Vorgabewertepaar MSOLLRES und TSOLLRES ausgewählt. Dieses wird dem Umsetzer 102 zugeführt. Im Umsetzer 102 wird unter Berücksichtigung des aktuellen Betriebszustands der Antriebseinheit, was auf der Basis von Betriebsgrößen wie Motordrehzahl, Motorlast, Istmoment, etc. erfolgt (vgl. symbolische Leitungen 108 bis 110), die Stellgrößen zur Steuerung der Luftzufuhr, der Zündung und/oder der Kraftstoffeinspritzung gebildet. Dabei sind in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel zur Auswahl des jeweiligen Stellpfades Tabellen vorgesehen, in denen abhängig von dem aktuellen Betriebszustand der Antriebseinheit die jeweils minimalen Stellzeiten der einzelnen Stellpfade für eine bestimmte Drehmomentänderung eingetragen sind. Abhängig von der vorgegebenen Sollstellzeit und der vorgesehenen Drehmomentenänderung wird nach Maßgabe einer vorgegebenen Strategie (z.B. verbrauchsoptimal) der Stellpfad ausgewählt, über den die Drehmomentenänderung innerhalb der Sollstellzeit realisiert werden kann. Ist es nicht möglich, die Drehmomentenänderung allein über einen Pfad durchzuführen, wird eine Kombination der Stellpfade ausgewählt, die sicherstellt, dass das Sollmoment innerhalb der vorgegebenen Stellzeit realisiert wird.

In einem anderen Ausführungsbeispiel ist zwischen dem Koordinator 100 und dem Umsetzer 102 ein weiterer Koordinator vorgesehen, in dem die resultierenden Größen des Koordinators 100, der lediglich motorunabhängige Größen betrifft, mit motorspezifischen Sollgrößen/Stellzeit-Wertepaare (Drehmomentenbegrenzungen, Drehzahlbegrenzungen, etc.) entsprechend koordiniert werden. Ausgangssignal ist ein resultierendes Sollmoment/Stellzeit-Wertepaar, welches dem Umsetzer 102 zugeführt wird und entsprechend der obigen Darstellung in die einzelnen Stellgrößen umgesetzt wird.

In Figur 5 sind Zeitdiagramme aufgetragen, welche den Verlauf des Drehmoments der Antriebseinheit zu verschiedenen Zeitpunkten bei Veränderung von Sollmomentenwert und Sollstellzeit skizzieren. Figur 5a zeigt dabei den zeitlichen Verlauf der Sollmomentenvorgabe, Figur 5e den der Stellzeit, während in den Figuren 5b bis 5d der Verlauf des Istmoments  $M$  aufgetragen ist. Der Verlauf der Sollmomentenvorgabe zeigt Figur 5a, wobei das Sollmoment von der Zeit  $T_0$  bis zum Zeitpunkt  $T_0+T$  ansteigt, dann bis zum Zeitpunkt  $T_0+2T$  konstant bleibt. Die Stellzeit bleibt zwischen den Zeitpunkten  $T_0$  und  $T_0+T$  konstant, während sie zum Zeitpunkt  $T_0+2T$  verringert ist. Entsprechend zeigt sich der zu erwartende Momentenverlauf, der in Figur 5b zum Zeitpunkt  $T_0$  und in Figur 5c zum Zeitpunkt  $T_0+T$  dargestellt ist. Die Sollstellzeit ist konstant, der Sollmomentenwert ist erhöht, so daß der zu erwartende Momentenverlauf entsprechend angepaßt ist. Zum Zeitpunkt  $T_0+2T$  bleibt der Sollmomentenwert konstant, die Stellzeit ist jedoch erheblich verringert, so dass sich eine wesentlich schnellere Momentenänderung ergeben wird. Wesentlich dabei ist, dass die Stellzeit sich kontinuierlich verändert und mit jedem Zeitpunkt angepaßt wird (z.B. wird die Stellzeit bei unveränderten Bedingungen und gleichem Moment immer kleiner, um sicherzustellen, dass das Moment nach der ursprünglichen Stellzeit eingestellt ist).

Für die Koordination der Wertepaare in dem Koordinator 100 bzw. den in der Motorsteuerung vorgesehenen Koordinatoren haben sich verschiedene Strategien als geeignet erwiesen, die Minimumkoordination, die Maximumkoordination, die additive Koordination, die subtraktive Koordination, die stellzeitorientierte Maximalkoordination und/oder die stellzeitorientierte Minimalkoordination.

Im Ablaufdiagramm der Figur 3 ist ein Beispiel für die Minimumkoordination dargestellt. Diese besteht darin, dass die

Werte der Sollmomente verglichen werden und als resultieren-  
des Sollmoment das kleinste ausgewählt wird. Die resultie-  
rende Stellzeit ist dann die diesem Moment zugeordnete  
Stellzeit. Bei dieser Koordinationsstrategie ist die Anzahl  
5 der zu koordinierenden Wertepaare unbegrenzt. Neben der  
Stellzeit können in entsprechender Weise weitere Informatio-  
nen, wie beispielsweise die den einzelnen Eingriffen zuge-  
ordneten Prioritäten oder andere Informationen analog ausge-  
wählt werden.

Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm der Minimumkoordination im  
Koordinator 100. Zugeführt werden die Sollmomente MSOLL1 und  
MSOLL2, die auf einen Vergleicher 150 geführt werden. Dieser  
Vergleicher ermittelt, welcher der beiden Sollwerte der  
15 kleinste ist. Abhängig vom Ergebnis betätigt der Vergleicher  
150 über sein Ausgangssignal Schaltelemente 152 bzw. 154,  
durch die der kleinste Momentensollwert als resultierendes  
Sollmoment ausgegeben wird. Ferner werden dem Koordinator  
100 die Stellzeiten TSOLL1 und TSOLL2 zugeführt, wobei der  
20 Vergleicher 150 das Schaltelement 152 derart schaltet, dass  
die dem jeweils kleinsten Moment zugeordnete Stellzeit als  
resultierende Stellzeit TRES ausgegeben wird.

Figur 4 zeigt ein Ablaufdiagramm für die Maximumkoordinati-  
on. Bei der Maximumkoordination werden die Werte der Sollmo-  
mente ebenfalls verglichen, allerdings nicht das kleinste,  
sondern das größte der Sollmomente ausgewählt. Resultierende  
Stellzeit ist in diesem Fall auch die dem größten Moment zu-  
geordnete Stellzeit. Analog zur Minimumkoordination umfaßt  
30 der Koordinator 100 zur Maximumkoordination einen Verglei-  
cher 160, dem die Sollmomente MSOLL1 und MSOLL2 zugeführt  
werden und der über sein Ausgangssignal Schaltelemente 162  
und 164 betätigt. Der Vergleicher 160 ermittelt das größte  
der zugeführten Momente und schaltet entsprechend die Schal-  
35 telemente 162 und 164. Dies erfolgt dabei derart, dass über

das Schaltelement 162 der größte Momentenwert als resultierender Sollmomentenwert MSOLLRES und die dem größten Momentenwert zugeordnete Stellzeit als resultierende Stellzeit TSOLLRES ausgewählt wird.

5

Die Minimumkoordination wird insbesondere bei momentenreduzierenden Eingriffen, insbesondere bei Getriebeschaltein-  
griffen und Antriebsschlupfregelingriffen angewendet, während die Maximumauswahl bei momentenerhöhenden Eingriffen,  
10 wie beispielsweise dem Eingriff einer Motorschleppmomentenregelung, Anwendung findet.

15

20

25

30

35

Es hat sich gezeigt, dass die Minimum- und die Maximumkoordination nicht ausreichen, alle denkbaren Anwendungsfälle abzudecken. Z.B. beim Zuschalten von Nebenaggregaten wie einer Klimanlage hat die Antriebseinheit in relativ kurzer Stellzeit ein zusätzliches Drehmoment zu erzeugen. Trifft dies mit einer Erhöhung des Sollmoments zusammen, kann es bei der Maximal- oder Minimalwertkoordination zu einem unkomfortablem Momentenverlauf kommen. Daher ist vorgesehen, dass die Stellzeiten und Sollmomenten nicht unabhängig voneinander koordiniert werden, sondern miteinander verknüpft werden. Im Zeitdiagramm der Figur 6 ist eine Koordinationsstrategie dargestellt, in der Sollmomentenwerte addiert werden. Bei dieser sogenannten additiven Koordination von Sollmoment/Stellzeit-Wertepaare wird zunächst die kleinste Stellzeit ermittelt. Durch Interpolation werden dann für diese Stellzeit für das wenigstens eine weitere Sollmoment/Stellzeit-Wertepaar ein interpoliertes Sollmoment ermittelt. Resultierendes Sollmoment ist die Summe der gegebenenfalls interpolierten Sollmomente bei der kleinsten Stellzeit. Resultierende Stellzeit ist die kleinste Stellzeit. Als Interpolationsfunktion ist je nach Anwendungsfall eine lineare, exponentielle, monotone oder nicht monotone Funktion vorgesehen. Die Interpolation erfolgt dabei auf der Ba-

sis des Istmomentes oder eines anderen Momentes, beispielsweise des letzten Sollmomentes. Auch hier können andere Informationen neben der Stellzeit, beispielsweise Prioritäten, ausgewählt werden.

5

10

15

20

25

30

35

In Figur 6 ist das Moment  $M$  über der Zeit aufgetragen, wobei der Koordinatenursprung der aktuelle Zeitpunkt  $T_0$  und das aktuell vorliegende Istmoment  $MIST$  repräsentiert. Resultierende Stellzeit zur Einstellung des Sollmomentes ist die kleinste der zugeführten Stellzeiten  $TSOLLRES$ , d.h.  $T_1$ . Es sollen im gezeigten Beispiel zwei Sollmomente koordiniert werden, nämlich  $MSOLL_2$ , dem die Stellzeit  $T_2$  zugeordnet ist und  $MSOLL_1$ , dem die Stellzeit  $T_1$  zugeordnet ist. Um bei Auswahl der kürzesten Stellzeit nicht nur der Realisierung des Sollmomentes  $MSOLL_1$  gerecht zu werden sondern auch der des Sollmomentes  $MSOLL_2$  wird auf der Basis der in diesem Beispiel vorgesehenen Interpolationsgeraden (gestrichelt) der zum Zeitpunkt  $T_1$  bei einer Realisierung des Sollmomentenwertes  $MSOLL_2$  erreichte Momentenbetrag  $MSOLL_2'$  ausgerechnet. Dieser wird dann auf den zum Zeitpunkt  $T_1$  zu erreichenden Sollmomentenwert  $MSOLL_1$  aufaddiert, wobei durch die Addition der beiden Werte der resultierende Sollmomentenwert  $MSOLLRES$  gebildet wird. Innerhalb der Zeit  $T_1$  wird dann der Sollmomentenwert  $MSOLLRES$  realisiert, wobei nicht nur der der kleinsten Stellzeit zugeordnete Sollmomentenwert  $MSOLL_1$  sondern auch der der anderen Stellzeit zugeordnete Wert  $MSOLL_2$  berücksichtigt wird.

Entsprechend ist eine subtraktive Koordination vorgesehen, die z.B. beim Abschalten von Verbaucher zum Tragen kommt, bei der ebenfalls die kleinste Stellzeit der zugeführten Wertepaare ermittelt wird. Auch hier wird durch Interpolation für das wenigstens eine weitere Wertepaar das bei diesem Zeitpunkt eingenomme, durch Interpolation ermittelte Sollmoment bestimmt. Das resultierende Sollmoment ist dann die

Differenz der interpolierten Sollmomente der kleinsten  
Stellzeit entsprechend der angegebenen Verknüpfung. Die re-  
sultierende Stellzeit ist die kleinste Stellzeit. Die Inter-  
polation sowie die Berücksichtigung ggf. weiterer Informa-  
tionen erfolgt analog zur additiven Koordination.

Figur 7 zeigt den Verlauf des Drehmoments über der Zeit ana-  
log zur Figur 6. Auch hier sei die resultierende Stellzeit  
T1. Das mit dieser Stellzeit zu realisierende Sollmoment sei  
MSOLL1. Das für den Zeitpunkt T1 interpolierte Sollmoment  
für das Wertepaar MSOLL2/T2 wird dann von MSOLL1 abgezogen,  
wodurch das resultierende Sollmoment MSOLLRES entsteht, wel-  
ches letztendlich in der Sollstellzeit T1 eingestellt wird.

Eine weitere Möglichkeit für die Verknüpfung der Wertepaare  
ist die stellzeitorientierte Maximal- oder Minimalauswahl.  
Diese stellt eine Alternative zur Koordination gemäß den Fi-  
guren 3 und 4 dar, wobei der Unterschied darin besteht, dass  
grundsätzlich die kleinste Stellzeit der übermittelten Soll-  
moment/Stellzeit-Wertepaare ausgewählt wird, während bei der  
Lösung der Figuren 3 und 4 immer die dem ausgewählten Moment  
zugeordnete Stellzeit ausgewählt wird. Dadurch werden die  
dynamischen Verhältnisse besser berücksichtigt. Durch Inter-  
polation werden für diese Stellzeit für die übrigen Werte-  
paare interpolierte Sollmomente wie oben erwähnt ermittelt.  
Das resultierende Sollmoment ist dann das kleinste (Minimum)  
bzw. das größte (Maximum) der Sollmomente zum Zeitpunkt der  
kleinsten Stellzeit. Resultierende Stellzeit ist die klein-  
ste Stellzeit. Auch hier erfolgt die Interpolation sowie die  
Berücksichtigung zusätzlicher Informationen entsprechend dem  
oben gesagten.

Diese Koordinationsstrategie ist anhand der Zeitdiagramme  
der Figuren 8 und 9 skizziert. Dort ist jeweils das Drehmo-  
ment über der Zeit aufgetragen. Die Stellzeit ist jeweils T1

als kleinste der zugeführten Stellzeiten. Gemäß Figur 8 ist das zur Stellzeit T1 gehörige Sollmoment MSOLL1, das zur Stellzeit T2 gehörige MSOLL2. Aus dem Wertepaar MSOLL2/T2 wird der zum Zeitpunkt T1 mittels Interpolation ein Sollmomentenwert berechnet, der dann in einer Maximalwertauswahl mit dem Sollwert MSOLL1 verknüpft wird. Da im gezeigten Beispiel dieser Wert kleiner als der Wert MSOLL1 ist, ist der resultierende Sollmomentenwert MSOLLRES der Wert MSOLL1. Es wird also innerhalb der Zeit T1 der Sollwert MSOLL1 realisiert. In Figur 9 ist die entsprechende Vorgehensweise als Minimauswahl dargestellt. Auch hier sei die kürzeste Stellzeit T1. Dieser ist der Sollwert MSOLL1 zugeordnet. Das andere Wertepaar bildet MSOLL2 und T2. Die Interpolation ergibt aus diesem Wertepaar einen Sollmomentenwert zum Zeitpunkt T1, der kleiner als der Sollwert MSOLL1 ist. Aufgrund der Minimauswahl wird also als resultierender Sollwert MSOLLRES der interpolierte Sollwert ausgegeben und innerhalb der Stellzeit TSOLLRES eingestellt.

Die Wirkungsweise der vorstehend geschilderten Vorgabe von Sollmoment/Stellzeit-Wertepaaren und ihrer Koordination ist in Figur 10 anhand einer beispielhaft ausgewählten Betriebs-situation unter Anwendung einer Minimumkoordination dargestellt. Dabei zeigt Figur 10a den zeitlichen Verlauf des Istmoments der Antriebseinheit, Figur 10b den des Sollmoments und Figur 10c den der Sollstellzeit. Zunächst sei der Fahrerwunsch das dominierende Element. Der Fahrer gibt einen Sollmomentenwert MSOLL vor, dem eine Stellzeit TSOLL zugeordnet ist und der durch entsprechende Momentenerhöhung gemäß Figur 10a realisiert wird. Zum Zeitpunkt T1 greift ein Antriebsschlupfregler ein. Wegen seines kleineren Sollmoments wird zum Zeitpunkt T1 schlagartig ein kleineres Sollmoment vorgegeben, dem wegen der notwendigen Dynamik des Eingriffs gemäß Figur 10c eine wesentlich kleinere Stellzeit zugeordnet ist (Zeitpunkt T1). Daher wird das Istmoment ab

dem Zeitpunkt T1 sehr schnell auf das Sollmoment reduziert. Da das Sollmoment bis zum Zeitpunkt T2 unverändert bleibt, findet keine Momentenänderung mehr bei unveränderter Stellzeit statt. Zum Zeitpunkt T2 ist der Antriebsschlupfregel-  
eingriff beendet, das Sollmoment wird wieder auf den Fahrerwunsch gesetzt (das Sollmoment des Regler ist wieder größer als das des Fahrerwunsches). Dem resultierenden Moment ist die größere Stellzeit zugeordnet. Abhängig vom aktuellen Betriebszustand zum Zeitpunkt T2, welcher sich im Zeitraum  
zwischen T1 und T2 abhängig von den gewählten Stellpfaden einstellt, ergibt sich im Momentenverlauf entweder eine langsame, die große Stellzeit berücksichtigende Veränderung oder die zunächst bis zum Zeitpunkt T2 sehr schnelle Veränderung, die dann in eine langsamere übergeht (vgl. Figur  
10a). Dies tritt z.B. bei langanhaltendem ASR-Eingriff (Anfahrt auf Schnee) auf, da in diesem Fall der Luftfüllungspfad stationär zurückgenommen wird und ein schneller Anstieg unter Umständen infolge fehlender Reserve über dem Zündwinkel nicht erfolgen kann. Ferner können bei vorhandener Reserve weitere Betriebsbedingungen und Anforderungen (z.B. Komfort, Katheizen, Bauteileschutz) eine Rolle bei der Entscheidung über einen schnellen oder langsamen Anstieg spielen.

Figur 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Koordination zweier Sollgrößen- und Stellzeitenwertepaaren auf der Basis einer Interpolation. Ferner wird die prädizierte Größe der Sollgröße der beiden Eingriffen ebenfalls im Rahmen der Koordination berücksichtigt. Diese prädizierte Größe stellt die Sollgröße dar, die voraussichtlich zukünftig vorliegen wird (z.B. während eines Eingriffs einer Antriebsschlupfregelung ist die prädizierte Größe die vom Fahrer vorgegebene Sollgröße). Dem in Figur 11 dargestellte Koordinator wird also eine erste Sollgröße (vorzugsweise Sollmoment)  $M_{soll1}$ , eine erste Stellzeitvorgabe  $t_{soll1}$  sowie ein diesem Werte-



paar zugeordnete prädizierte Größe Mpräd1 der Sollgröße zugeführt. Vom einem zweiten Eingriff werden Sollgröße Msoll2, Stellzeit tsoll2 und prädizierte Größe Mpräd2 zugeführt. Die beiden prädizierten Größen Mpräd1 und Mpräd2 werden auf eine Minimalauswahlstufe 200 geführt. Der kleinere der beiden Werte stellt dabei die resultierende prädizierte Größe Mprädres dar, die bei der Umsetzung im Umsetzer 102 berücksichtigt wird (z.B. bei der Bestimmung des Sollwertes für die Füllung (Luftzufuhr) für die Brennkraftmaschine).

Die beiden Stellzeitwerte tsoll1 und tsoll2 werden ebenso wie die Sollgrößenwerte Msoll1 und Msoll2 Schaltelementen 202 bzw. 204 zugeführt, die abhängig von einem Schaltsignal von der gezeigten in die andere Stellung umschalten. Je nach Stellung dieser Schaltelemente wird entweder das erste (Msoll1, tsoll1) oder das zweite Wertepaar (Msoll2, tsoll2) als resultierendes Wertepaar (Msollres, tsollres) an die Steuerung der Antriebseinheit weitergegeben.

Das Schaltsignal zur Umschaltung wird aus den beiden Wertepaare abgeleitet durch Interpolation der Sollgrößenwerte zwischen zugehöriger Stellzeit und minimaler Stellzeit. Die beiden Stellzeitenwerte Tsoll1 und Tsoll2 werden auf eine Minimalwertauswahlstufe 205 geführt, in der der minimale Stellzeitwert als der kleinere der beiden Werte ermittelt wird. Der minimale Stellzeitwert wird Divisionsstufen 206 und 208 zugeführt, in denen der Quotient zwischen minimalem Stellzeitwert und der jeweiligen Sollstellzeit Tsoll1 bzw. tsoll2 gebildet wird ( $tsollmin/tsoll1$  bzw.  $tsollmin/tsoll2$ ). In jeweils einer Multiplikationsstelle 210 bzw. 212 wird der jeweilige Quotient mit dem zugehörigen Sollgrößenwert Msoll1 bzw. Msoll2 multipliziert ( $210: Msoll1*tsollmin/tsoll1$ ;  $212: Msoll2*tsollmin/tsoll2$ ). Die beiden auf diese Weise bewerteten Sollgrößenwerte werden dann in einem Vergleich 214 miteinander verglichen. Ist das Ergebnis der Stufe 210 grö-

5       Ber als das der Stufe 212, werden die Schaltelemente 202 und 204 derart geschaltet, dass das Wertepaar  $M_{soll1}$  und  $t_{soll1}$  als resultierende Größen weitergegeben werden, während im umgekehrten Fall die Größen  $M_{soll2}$  und  $t_{soll2}$  weitergegeben werden.

10       Zur Ermittlung des resultierenden Wertepaars wird also die Sollgröße ermittelt, die (Linearität vorausgesetzt) zum Zeitpunkt der kleinsten Stellzeit vorhanden sein muss (interpolierte Sollgröße zum Zeitpunkt der kleinsten Stellzeit). Der Größte der so ermittelte Sollgrößenwert bestimmt dann das resultierende Wertepaar. Letzteres ist das zur größten interpolierten Sollgröße gehörige ursprüngliche Wertepaar.

15       Als Sollgröße wird auch bei Ausführungsbeispiel der Figur 11 wie bei den anderen bevorzugt eine Momentengröße eingesetzt, in anderen Anwendungen jedoch anstelle eines Moments die Leistung, die Drehzahl, etc.

5

## 10 Ansprüche

- 15 1. Verfahren zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs, wobei wenigstens eine Stellgröße der Antriebseinheit in Abhängigkeit einer Vorgabegröße für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zusammen mit der Vorgabegröße eine Stellzeitgröße vorgegeben wird, innerhalb derer die Vorgabegröße eingestellt werden muß.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus mehreren Wertepaaren der Sollgröße und der Sollstellzeit eine resultierende Sollgröße und eine resultierende Stellzeit ausgewählt wird, die der Einstellung der Stellgröße zugrunde gelegt wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der kleinste Sollgrößenwert und die zugehörige Stellzeit als resultierendes Wertepaar ausgewählt wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als resultierendes Wertepaar die größte Sollgröße und die ihr zugeordnete Stellzeit ausgewählt wird.

35

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als resultierendes Wertepaar die kleinste Stellzeit und die Summe der dieser Stellzeit zugeordneten Sollgröße sowie einer auf der Basis der Sollgröße des wenigstens einen anderen Wertepaars zum Zeitpunkt der Stellzeit interpolierten Sollgröße gebildet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als resultierende Stellzeit die kleinste Stellzeit und als resultierende Sollgröße eine Sollgröße gewählt wird, die aus der der kleinsten Stellzeit zugeordneten Sollgröße und einer auf der Basis der wenigstens einen anderen Wertepaar gebildeten Sollgröße zum Zeitpunkt der Stellzeit gebildet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als resultierende Stellzeit die kleinste Stellzeit und als resultierende Sollgröße die kleinste bzw. die größte Sollgröße zum Zeitpunkt der kleinsten Stellzeit gebildet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellzeit kontinuierlich veränderlich vorgebar ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als resultierende Größen das Wertepaar weitergegeben wird, bei welchem die interpolierte Sollgröße zum Zeitpunkt der kleinsten Stellzeit am größten ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine prädizierte Sollgröße vorgesehen ist, wobei als resultierende prädizierte Soll-

größe die kleinste der koordinierten prädizierten Sollgrößen ermittelt wird.

- 5 11. Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs, mit einer Steuereinheit, welche wenigstens eine Stellgröße der Antriebseinheit abhängig von einer Vorgabegröße für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit einstellt, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Einstellung der Stellgröße vorgesehen sind, die als Vorgabegröße
- 10 eine Sollgröße für die Ausgangsgröße und eine Sollstellzeit erhalten, innerhalb derer die Sollgröße einzustellen ist.

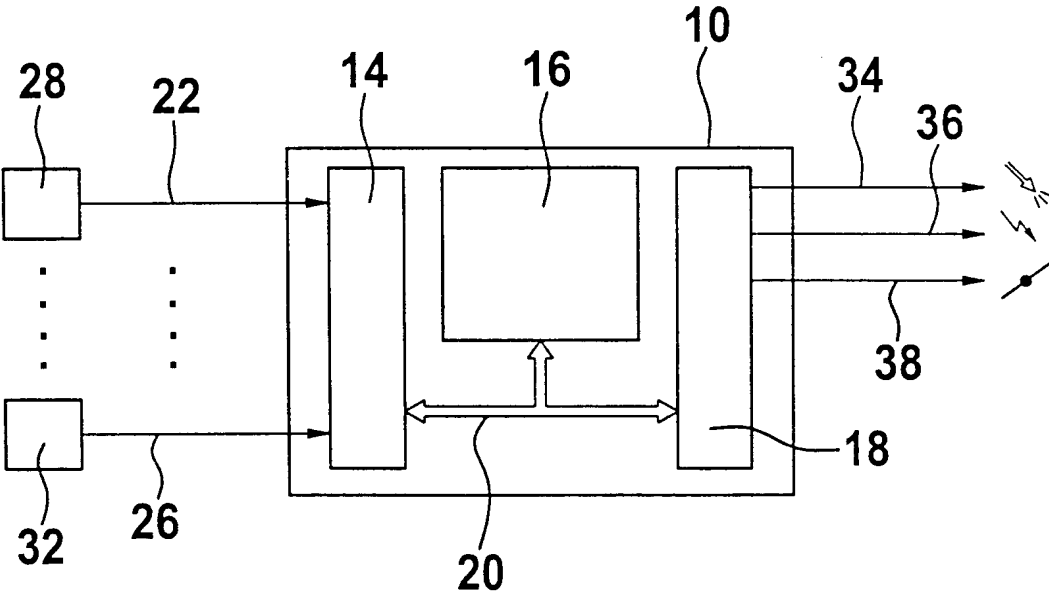


FIG. 1

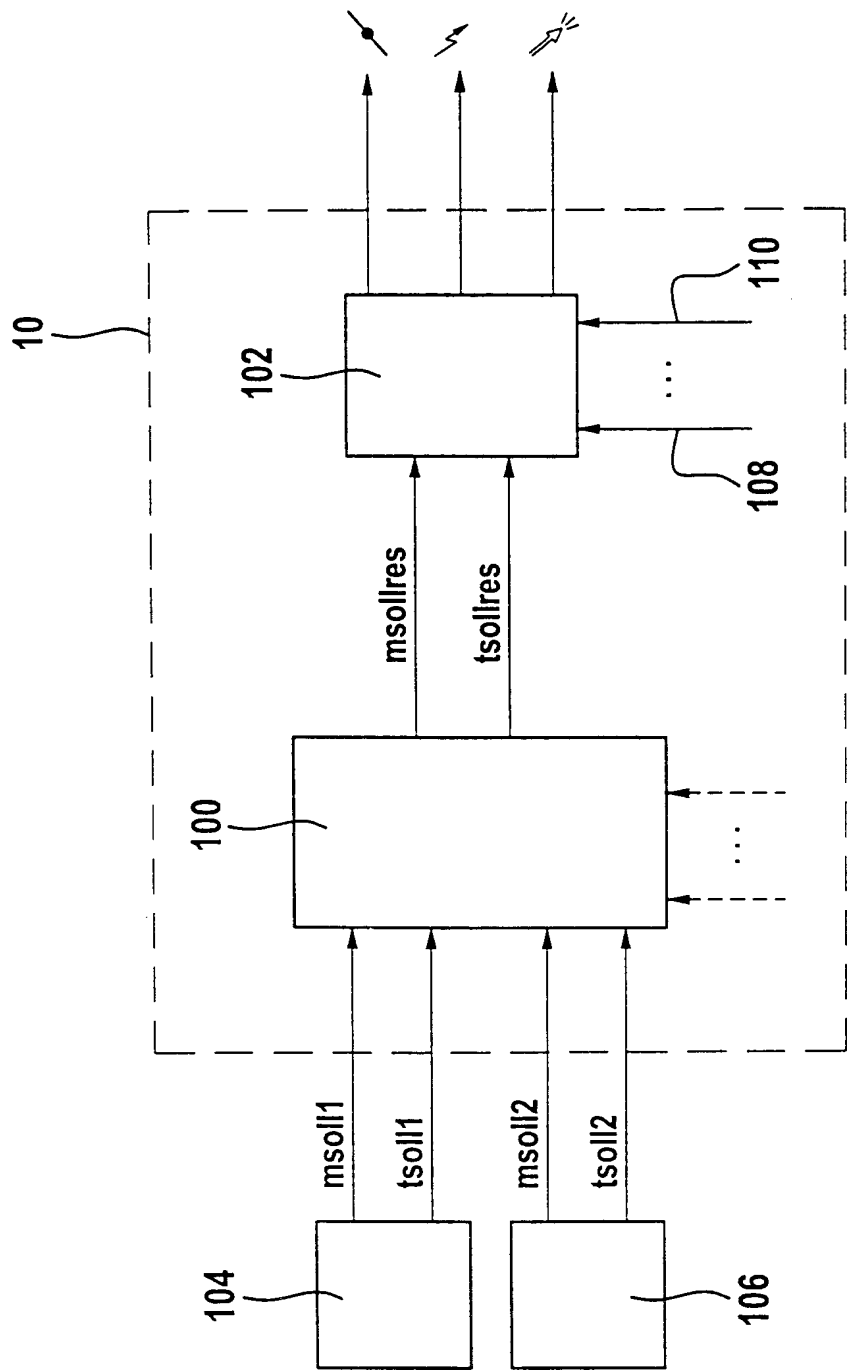


FIG. 2

3/7

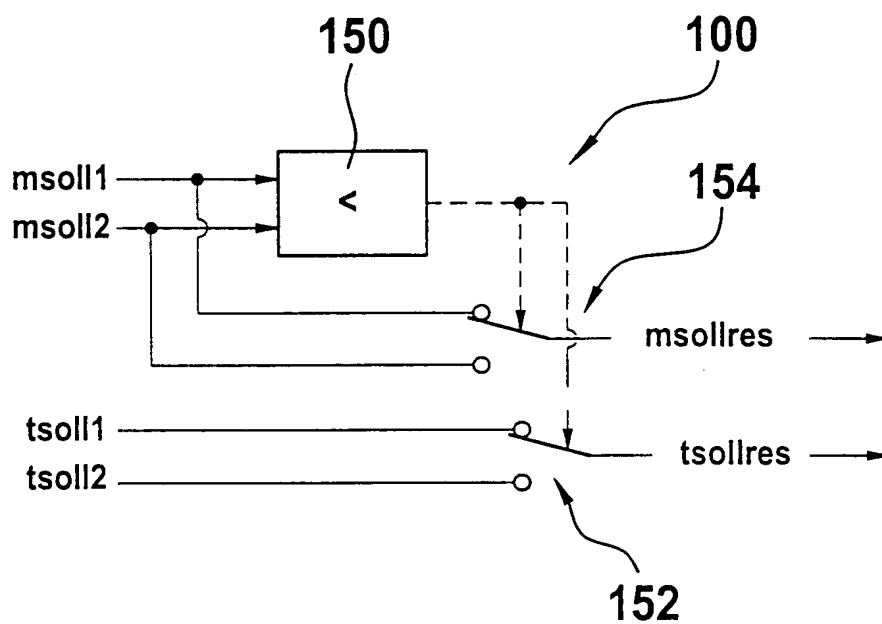


FIG. 3

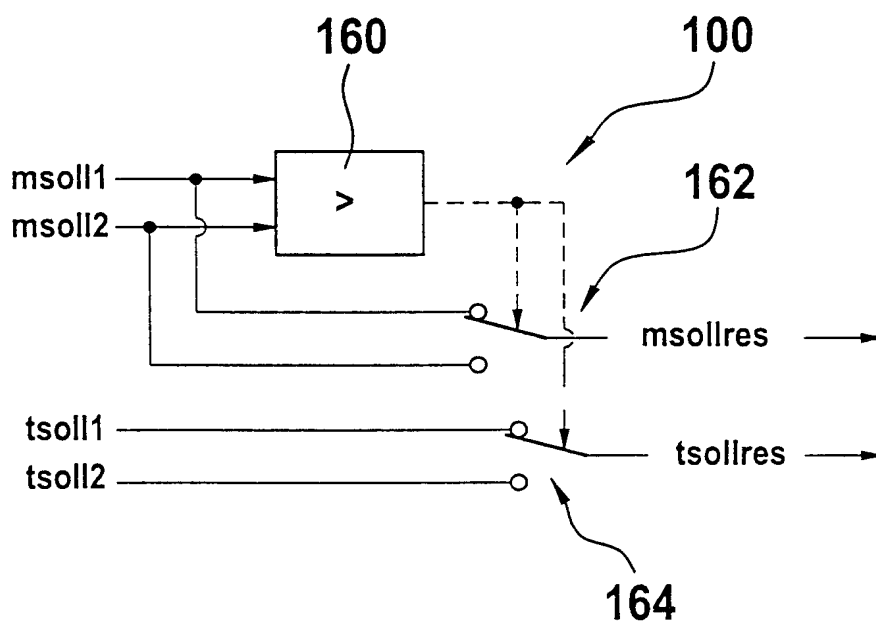


FIG. 4



4/7

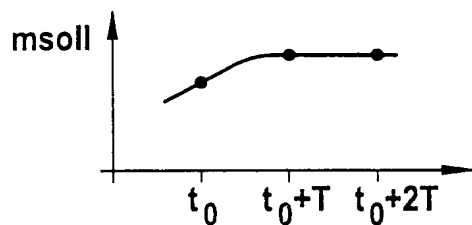


FIG. 5a

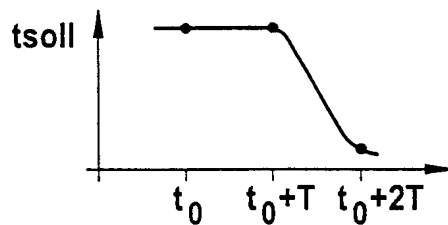


FIG. 5e

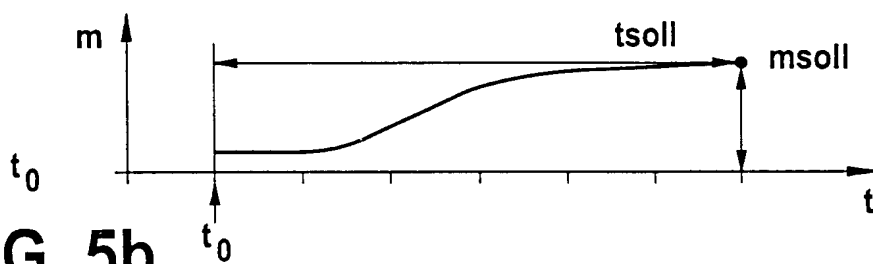


FIG. 5b

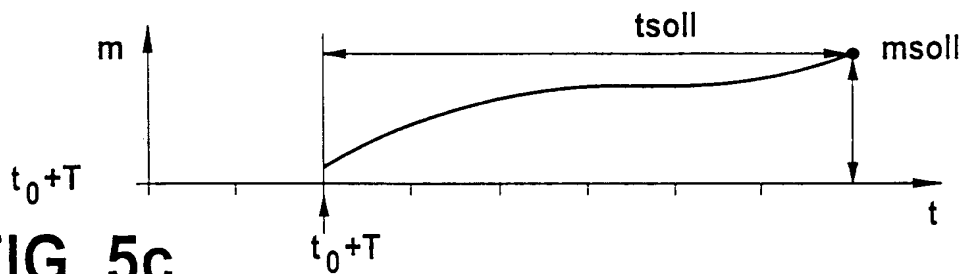


FIG. 5c

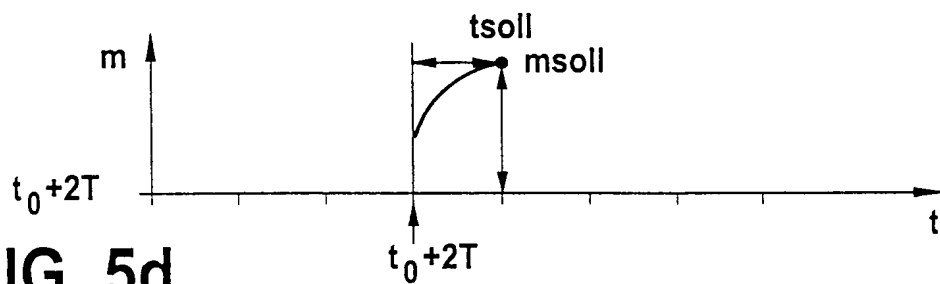


FIG. 5d

5/7

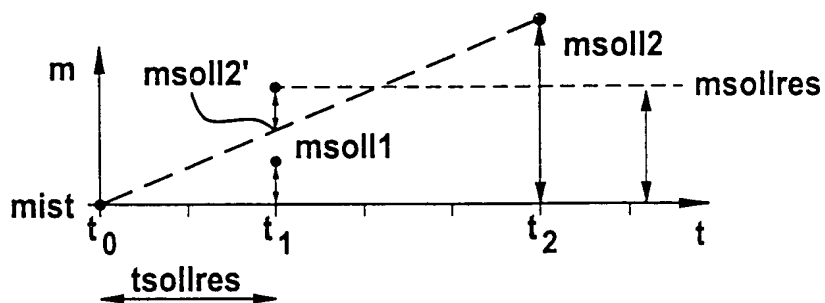


FIG. 6

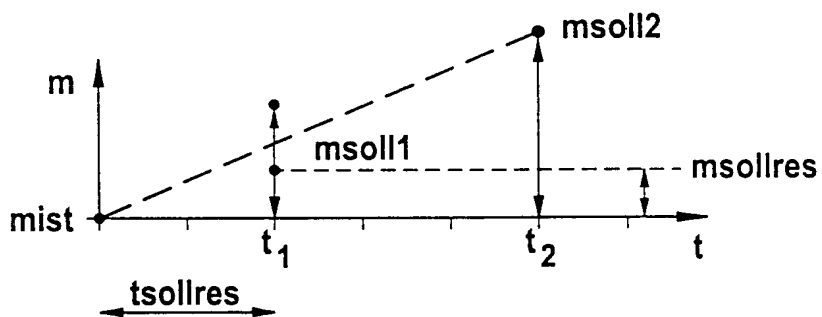


FIG. 7

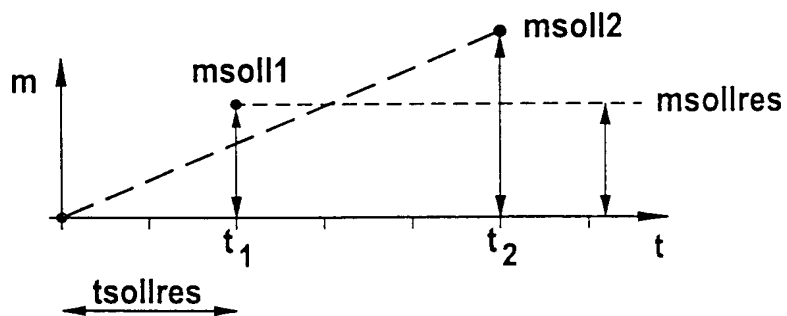


FIG. 8

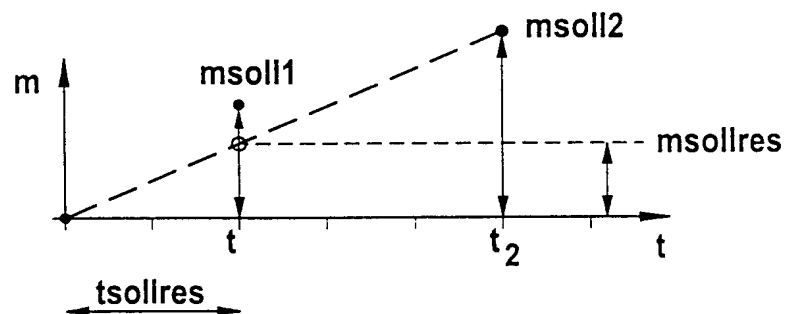


FIG. 9

FIG. 10a

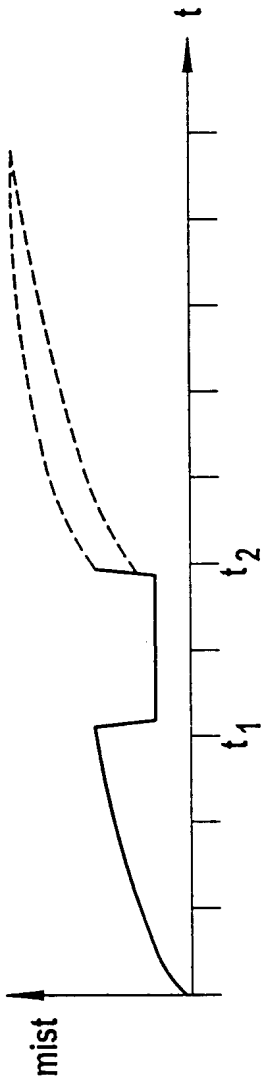


FIG. 10b

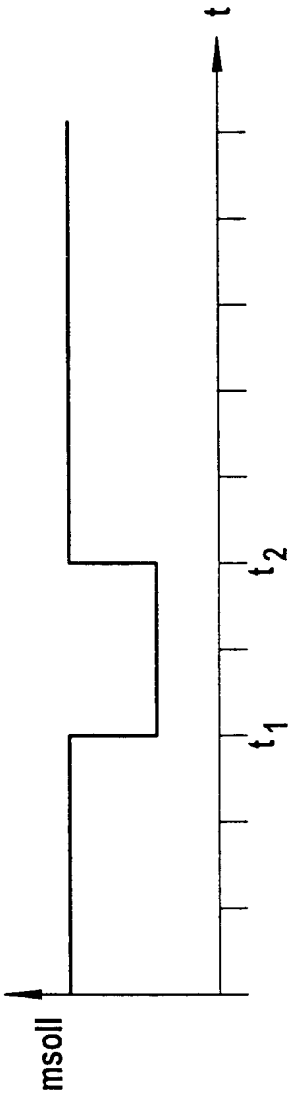
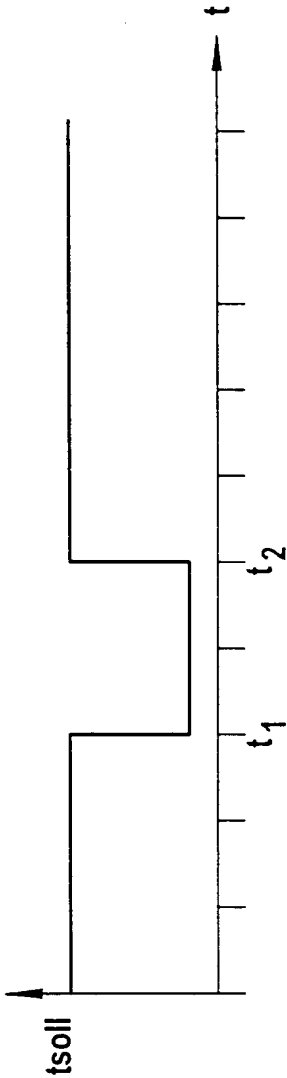


FIG. 10c



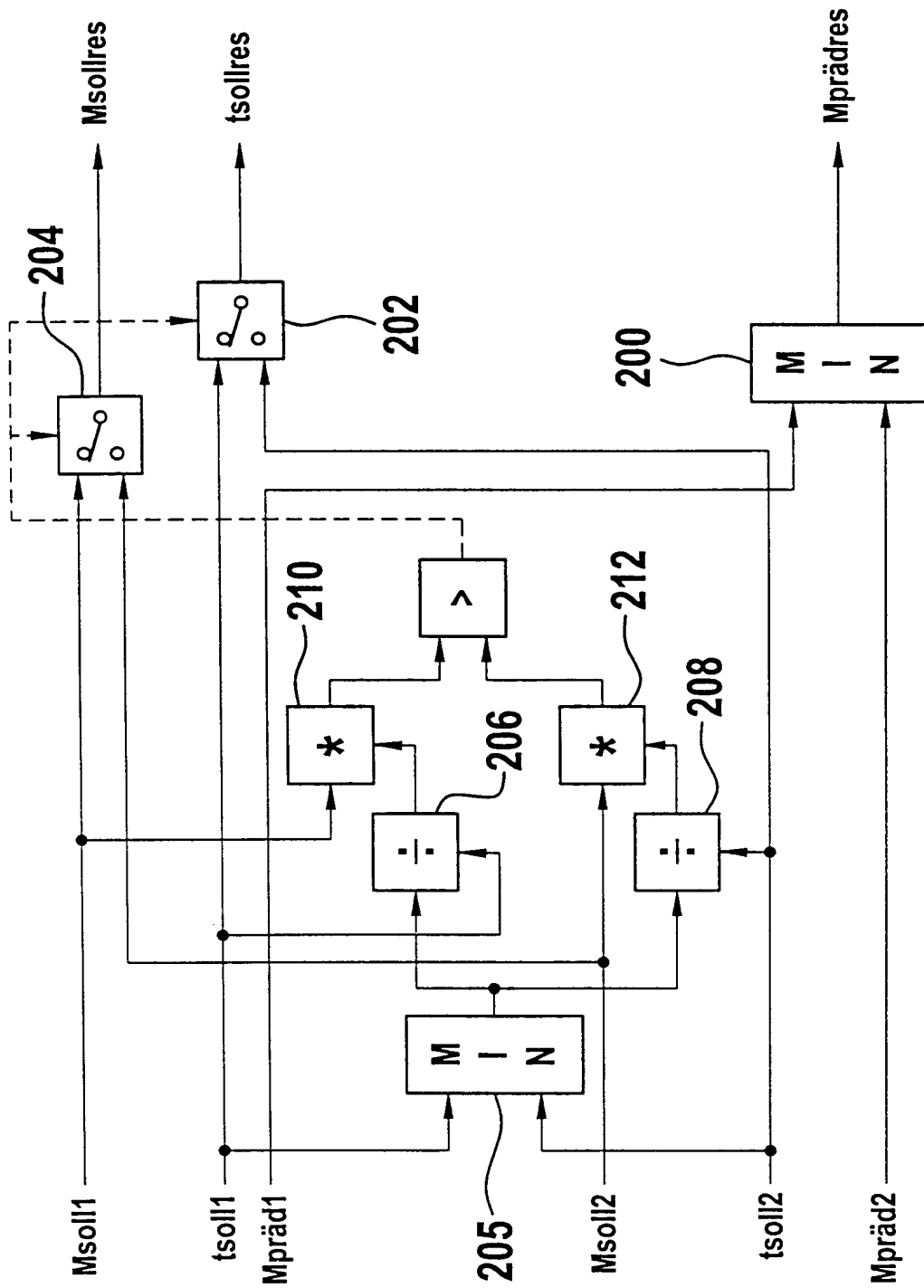


FIG. 11